

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AB

(11)Publication number : 10-067531

(43)Date of publication of application : 10.03.1998

(51)Int.Cl.

C03B 37/027

G02B 6/00

(21)Application number : 08-239785

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 22.08.1996

(72)Inventor : INABA SHIGEO

ODA HIDEKI

KOAIZAWA HISASHI

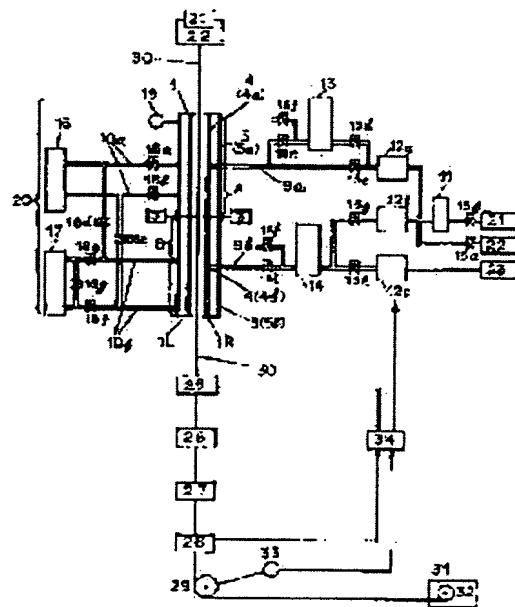
ORITA NOBUAKI

(54) PRODUCTION OF OPTICAL FIBER AND DEVICE FOR THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make fluctuation in line diameters of a fiber melted and spun from a base material for optical fibers small and prevent dew formation in a cooling cylinder for cooling the fiber.

SOLUTION: A cooling cylinder 1 for a spun fiber is constituted to be divided into an upper half part A and the lower half part B of the cylinder body and so as to have a structure of inner and outer double cylinders made of an inner cylinder 4 and an outer cylinder 5 and bring each of left and right half parts 1L and 1R to be separately openable and closable. During drawing, a gas such as N₂ gas, dry air, He gas, etc., is supplied to the inner cylinder 4 and circulating liquids having temperature difference are supplied to the upper half part 5a and the lower half part 5b of the outer cylinder 5. After the drawing is finished, the circulation liquid having normal temperature is supplied in the outer cylinder 5 and a gas having normal temperature is supplied into the inner cylinder 4 to prevent dew formation by bringing the cooling cylinder 1 to normal temperature, then, the left and the right half parts 1L and 1R are opened to left and right.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 09.11.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-67531

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月10日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 3 B 37/027			C 0 3 B 37/027	A
G 0 2 B 6/00	3 5 6		G 0 2 B 6/00	3 5 6 A

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-239785

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 8 月22日

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号

(72) 発明者 稲葉 茂男

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 小田 英希

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 小相澤 久

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古

河電気工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 岡田 喜久治

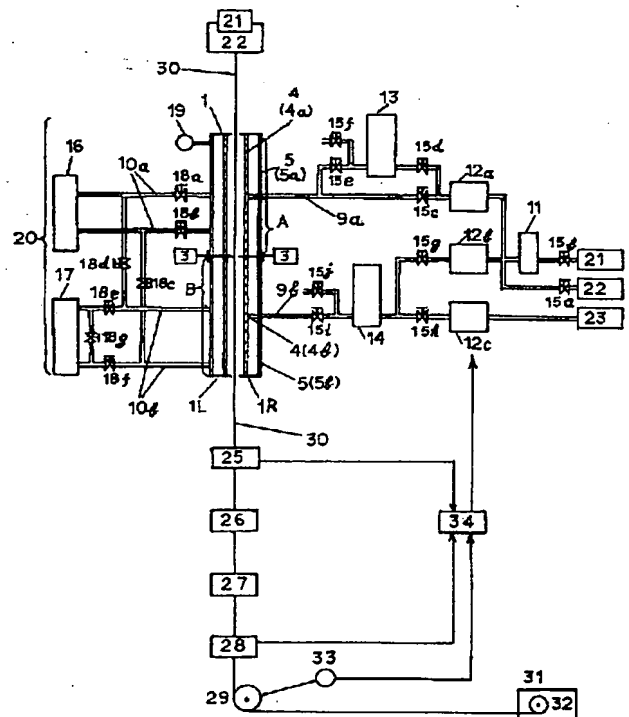
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ製造方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 光ファイバ母材から熔融紡糸されるファイバの線径変動を小にし、ファイバを冷却する冷却筒の結露を防ぐ。

【解決手段】 紡糸されたファイバの冷却筒 1 を、筒体上半部 A と筒体下半部 B に区分して内筒部 4 と外筒部 5 の内外 2 重にしかつ左右各半部 1 L、1 R を分離開閉可能に構成し、線引中は、内筒部 4 内に N₂ ガス、乾燥空気、He ガス等のガスを供給するとともに、外筒部 5 の外筒上半部 5 a と外筒下半部 5 b に温度差のある循環液を供給し、線引終了後は、外筒部 5 内に常温循環液を供給するとともに、内筒部 4 内に常温ガスを供給して冷却筒 1 を常温に戻して結露を防止してから、左右各半部 1 L、1 R を左右に開く。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ファイバ母材を線引加熱炉で熔融紡糸したファイバを冷却筒で冷却した後、前記ファイバに樹脂を被覆して巻き取り線引する方法において、前記冷却筒として、筒体上半部と筒体下半部の上下 2 段からなる筒体を内筒部と外筒部の内外 2 重に構成した冷却筒を用い、前記内筒部の内筒上半部内に、 N_2 ガス、乾燥空気等のガスを、揺らぎのない安定した正圧に保ちながら供給して該内筒上半部内を通るファイバを室温冷却し、内筒下半部内に、 N_2 ガス、乾燥空気等のガスを冷却し

10 流量を制御して供給して該内筒下半部内を通るファイバを低温冷却することを特徴とする光ファイバ製造方法。

【請求項 2】 光ファイバ母材を線引加熱炉で熔融紡糸したファイバを冷却筒で冷却した後、前記ファイバに樹脂を被覆して巻き取り線引する方法において、前記冷却筒として、筒体上半部と筒体下半部の上下 2 段からなる筒体を内筒部と外筒部の内外 2 重にしかつ筒体の左右各半部を分離開閉可能に構成した冷却筒を用い、線引中は、前記内筒部内に冷却した N_2 ガス、乾燥空気等のガスを供給するとともに、前記外筒部の外筒上半部と外筒下半部の各々に、温度差のある冷却循環液を供給し、線引終了後は、前記冷却筒の左右各半部を開く前に、前記外筒部内に供給する循環液を常温循環液に代えて供給するとともに、前記内筒部内に常温の乾燥ガスを正圧に保ちながら供給して、前記冷却筒を常温に戻すことを特徴とする光ファイバ製造方法。

【請求項 3】 光ファイバ母材を線引加熱炉で熔融紡糸したファイバを冷却筒で冷却し樹脂を被覆し硬化させ巻き取る光ファイバ線引装置において、前記冷却筒を、筒体上半部と筒体下半部の上下 2 段に分割し、かつ、内筒部と外筒部の内外 2 重の筒体にし、かつ筒体を左半部と右半部に分割して左右に分離開閉可能に構成し、前記内筒部の内筒上半部と内筒下半部に、 N_2 ガス、乾燥空気、He ガス等のガスをガス冷凍機を通して供給し、前記外筒部の外筒上半部と外筒下半部に、循環液用冷凍機により異なる温度にした循環液を供給することを特徴とする光ファイバ製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ファイバの線引工程においてファイバを冷却する方法と装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 光ファイバを紡糸して線引する従来の方法は、図 6 に示したように、光ファイバ母材 21 を線引加熱炉 22 に挿入して 2000～2200℃の加熱温度で熔融紡糸したファイバ 30 を冷却筒 23 に通し、冷却装置 24 で冷却した He ガスを冷却筒 23 内に流してファイバ 30 を冷却し、この冷却筒 23 から出たファイバ 30 の外径を外径測定器 25 で測定しながらファイバ 3

0 の外径が 125 μm になるように引取りホイール 29 の引取り速度を制御し、このファイバ 30 を被覆用ダイス 26 に通しファイバ周面に樹脂を塗布して樹脂被覆ファイバを形成し、この樹脂被覆ファイバを樹脂硬化装置 27 に通してファイバ周面に塗布された樹脂被覆を硬化させ、この樹脂被覆ファイバの外径を外径測定器 28 で測定しながら引取りホイール 29 を経て巻取機 31 のボビン 32 に巻き取っており、引取りホイール 29 の引取り速度は回転速度検出器 33 により検出され、その検出信号と外径測定器 25、28 の各出力信号が入するコントローラ 34 により冷却装置 24 が制御されている。

【0003】 前記の線引加熱炉 22 で熔融紡糸された高温のファイバ 30 は、その樹脂塗布性能を維持するためにファイバ温度を樹脂塗布温度近傍まで下げる必要があり、このため冷却筒 23 内に熱伝導効率の高い He ガスを流して高速線引中のファイバ 30 を冷却しており、線引されたファイバ 30 は、その強度上から母材 21 の熔融部から被覆用ダイス 26 までの間は装置又はファイバ屑に接触しないようにされダストの無い雰囲気中で冷却されている。またファイバ 30 の樹脂被覆は、光ファイバを曲げに対して強くするため 2～4 層に被覆して硬化され、被覆用ダイス 26 と樹脂硬化装置 27 はその被覆層数に応じた所要段数が設けられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 前記のファイバ 30 を固化点 (800℃) 近傍ないしは歪み点 (1100℃) 近傍まで低温 He ガスで冷却すると線径変動が大きくなり、しかも高温ファイバを He ガス冷却しても冷却効果が少なく冷却コストが高くなるという問題点がある。また、冷却筒 23 の下から He ガスを流すと温度上昇にとりなつてガス流速が上昇して冷却筒 23 内を通過するファイバを揺らす原因になり、He ガスの上昇気流が線引加熱炉 22 内に入って強度を悪化させ、カーボン部品を劣化させるという問題点がある。

【0005】 本発明は、前記の課題を解決し、大なる線径変動を防ぎ、高速線引下でも強度がすぐれた光ファイバを製造することができ、冷却コストが削減され、冷却筒の結露を防ぐことができる光ファイバ製造方法および装置を提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 前記の課題を解決するため本発明の光ファイバ製造方法は、

(1) 光ファイバ母材を線引加熱炉で熔融紡糸したファイバを冷却筒で冷却した後、前記ファイバに樹脂を被覆して巻き取り線引する方法において、前記冷却筒として、筒体上半部 A と筒体下半部 B の上下 2 段からなる筒体を内筒部 4 と外筒部 5 の内外 2 重に構成した冷却筒 1 を用い、前記内筒部 4 の筒体上半部 A における内筒上半部 4a 内に、 N_2 ガス、乾燥空気等のガスを、揺らぎのない安定した正圧に保ちながら供給してファイバを室温

冷却し、前記内筒部 4 の筒体下半部 B における内筒下半部 4 b 内に、N₂ ガス、乾燥空気等のガスを、ガス冷凍機 1 4 に通しそのガス流量を制御して供給することを特徴とする方法である。

【0007】(2) また、本発明の光ファイバ製造方法は、光ファイバ母材を線引加熱炉で熔融紡糸したファイバを冷却筒で冷却した後、前記ファイバに樹脂を被覆して巻き取り線引する方法において、前記冷却筒として、筒体上半部 A と筒体下半部 B の上下 2 段からなる筒体を内筒部 4 と外筒部 5 の内外 2 重にしかつ筒体の左右各半部 1 L、1 R を分離開閉可能に構成した冷却筒 1 を用い、線引中は、前記内筒部 4 内に冷却した N₂ ガス、乾燥空気等のガスを供給し、前記外筒部 5 の筒体上半部 A における外筒上半部 5 a と筒体下半部 B における外筒下半部 5 b の各々に、温度差のある冷却循環液を供給し、線引終了後は、冷却筒 1 の左右各半部 1 L、1 R を開く前に、前記外筒部 5 内に供給する循環液を常温循環液に代えて供給するとともに、前記内筒部 4 内に常温の乾燥ガスを正圧に保ちながら供給して、冷却筒 1 を常温に戻すことを特徴とする方法である。

【0008】(3) また、本発明の光ファイバ製造装置は、光ファイバ母材を線引加熱炉で熔融紡糸したファイバを冷却筒で冷却し樹脂を被覆し硬化させ巻き取る光ファイバ線引装置において、前記冷却筒 1 を、筒体上半部 A と筒体下半部 B の上下 2 段に分割し、かつ、内筒部 4 (筒体上半部 A の内筒上半部 4 a および筒体下半部 B の内筒下半部 4 b) と外筒部 5 (筒体上半部 A の外筒上半部 5 a および筒体下半部 B の外筒下半部 5 b) の内外 2 重の筒体に構成し、かつ、筒体を左半部 1 L と右半部 1 R に 2 分割して左右に分離開閉可能に構成し、前記内筒部 4 に N₂ ガス、乾燥空気、He ガス等のガスをガス冷凍機 1 3、1 4 を通して供給し、前記筒体上半部 A の外筒上半部 5 a と筒体下半部 B の外筒下半部 5 b に、循環液用冷凍機 1 6、1 7 によりそれぞれ異なる温度にした循環液を供給するように構成したものである。

【0009】前記のように構成した本発明は、線引加熱炉で熔融され紡糸されたファイバの温度の歪み点までは Ar ガス雰囲気中にファイバを通し、ファイバ温度の固化点近傍までは、冷却筒 1 の内筒部 4 内に N₂ ガスと乾燥空気の安定したガスを正圧で揺らぎのない安定した条件で供給した雰囲気中 (室温冷却ゾーン) にファイバを通す。ファイバをこの室温冷却ゾーンに通した後の固化点近傍温度以下で、ガス冷凍機を通した He ガスまたは N₂ ガス及び乾燥空気等の低温ガスの流量をファイバ被覆径を一定に保つ流量にしてファイバに吹きつける雰囲気中 (He ガス冷却ゾーン) に通してファイバを冷却する。

【0010】前記のように、冷却筒 1 の筒体を、筒体上半部 A と筒体下半部 B の上下 2 段からなる構成としたことにより、ファイバの冷却率向上と線振れによる線径変

動が小さくなる。

【0011】冷却筒 1 の筒体上半部 A における外筒上半部 5 a に室温の循環液を循環させ、筒体下半部 B における外筒下半部 5 b に低温の循環液を循環させて、外筒上半部 5 a と外筒下半部 5 b に温度差のある循環液を循環させることにより、筒体上半部 A においてはさらにガスの揺らぎが抑えられ、筒体下半部 B に流れる低温ガスはさらに低温化の効果が現れる。また、温度差のある循環液は、低温化すると液粘度が上がり短い距離の循環に効果的である。

【0012】線引製造中は、内筒部 4 と外筒部 5 の内外 2 重に構成した冷却筒 1 の、筒体下半部 B の内筒下半部 4 b 内にはガス冷凍機を通した低温の He ガスが送給され、外筒下半部 5 b 内には循環液用冷凍機で低温にされた循環液が送給されて、筒体下半部 B が冷えている。この状態でファイバが断線が生じた場合、冷却筒 1 内に残るファイバ屑を取り除くために冷却筒 1 の左右両半部 1 L、1 R を左右に開くと、冷却筒 1 が外気に接触して結露を生じ、その水滴が樹脂被覆装置や被覆樹脂硬化装置に付着して光ファイバの伝送ロス悪化を起こす原因となる。このため前記 (2) の方法のように、冷却筒 1 の左右各半部 1 L、1 R を開く前に、外筒部 5 内に供給する冷却循環液を常温循環液に代えて供給するとともに、内筒部 4 内に常温の乾燥ガスを正圧に保ちながら供給して、冷却筒 1 を常温に戻すと、結露が生じなくなる。

【0013】冷却筒 1 の筒体上半部 A における外筒上半部 5 a 内に循環している室温循環液を、筒体下半部 B における外筒下半部 5 b に回すことにより、低温になっている冷却筒 1 を、ヒーター等の加熱手段を用いる必要なく効率良く室温に戻すことができる。また、N₂ ガスと乾燥空気の送給により外気の侵入が阻止されるので、高価な He ガスが節約される。

【0014】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面により説明する。図 1 は本発明の光ファイバ冷却装置の第 1 の実施の形態を示し、図 2 は本発明の光ファイバ冷却装置に用いる冷却筒の外観の概略を示し、図 3 は冷却筒の縦断面略図である。図 1 に示した本発明の光ファイバ冷却装置 20 における冷却筒 1 は、図 2 に示したように、冷却筒 1 の筒体を、光ファイバ母材を線引加熱炉で熔融紡糸したファイバが通る縦方向中心線の左右両側に 2 分割して左半部 1 L と右半部 1 R を形成し、この左右に分離する左半部 1 L と右半部 1 R を、筒開閉エアシリンダー 3、3 により左右に開閉可能にして、左右両半部 1 L、1 R の対向接合端縁部 2、2 を開きまたは閉じるように構成する。

【0015】前記の冷却筒 1 は、左右の各半部 1 L、1 R の対向接合端縁部 2、2 を閉じて筒体を形成した状態において、図 3 に示したように、縦長筒体の中間部で上下に 2 分割して筒体上半部 A と筒体下半部 B を形成す

る。6は筒体上半部Aと筒体下半部Bの間の仕切板部であり、筒体上半部Aの下端板部6aと筒体下半部Bの上端板部6bを重ね合わせて仕切板部6を形成する。前記の筒体上半部Aと筒体下半部Bを仕切板部6で一体に結合した筒体が図2に示したように左右に分離開閉可能な左右各半部1L、1Rに分割される。

【0016】前記の筒体は、内筒部4とその外周を囲む外筒部5とよりなる内外2重の筒体に構成する。4aは内筒部4の筒体上半部Aにおける内筒上半部、4bは筒体下半部Bにおける内筒下半部であり、5aは外筒部5の筒体上半部Aにおける外筒上半部、5bは筒体下半部Bにおける外筒下半部である。前記の筒体上半部Aにおける内筒上半部4aの上端部と外筒上半部5aの上端部との間は上端板部7aで閉塞し、同様に筒体下半部Bにおける内筒下半部4bと外筒下半部5bの両下端部の間は下端板部7bで閉塞し、この各端板部7a、7bと前記仕切板部6の中心部には、線引加熱炉で光ファイバ母材が溶融紡糸されたファイバ30を通す中心孔を設けて中心ファイバ通路8を形成する。

【0017】前記冷却筒1の内筒部4にガス配管9を接続して内筒部4の内側にN₂ガスと乾燥空気を送給して内筒部中心を通るファイバに向けて吹き付ける。9aは内筒部4の内筒上半部4aに接続したガス配管であり、そのガス吹出し孔9ahを内筒上半部筒壁に開口させる。9bは内筒下半部4bに接続したガス配管であり、そのガス吹出し孔9bhを内筒下半部筒壁に開口させる。図3は内筒下半部4bのガス吹出し孔9bhを筒壁の4箇所にした状態が図示されている。前記の筒体上半部Aのガス配管9aおよび筒体下半部Bのガス配管9bは、上半部Aと下半部Bの左右各半部1L、1Rにそれぞれ設ける。

【0018】前記冷却筒1の外筒部5に循環液配管10を接続して、外筒部5と内筒部4の間に不凍液を送給循環させる。10aは外筒部5の外筒上半部5aに接続した循環液配管であり、10a(s)は循環液配管10aの入口側、10a(e)は出口側である。10bは外筒部5の外筒下半部5bに接続した循環液配管であり、10b(s)は循環液配管10bの入口側、10b(e)は出口側である。前記の筒体上半部Aに接続する循環液配管10aと筒体下半部Bに接続する循環液配管10bは筒体上半部Aと筒体下半部Bの左右各半部1L、1Rにそれぞれ接続する。

【0019】図1は前記のように構成した冷却筒1に送給するN₂ガス、乾燥空気、Heガス等のガスと循環液の配管系を示し、ガス配管系は図の冷却筒1の右側に示し、循環液配管系は左側に図示されている。冷却筒1の内筒部4内に前記ガスを送給するガス配管系は、図1の冷却筒1の右側に示したように、空気乾燥機11、マスフローコントローラ12a、12b、12c、ガス冷凍機13、14を、ガス配管9a、9bを介して冷却筒1

の内筒部4の内筒上半部4aと内筒下半部4bに接続し、圧縮空気供給源21、N₂ガス供給源22、Heガス供給源23から供給されるガスを、電磁弁のバルブ15a、15b、15c、15d、15e、15f、15g、15h、15i、15jを切り換えて内筒上半部4aと内筒下半部4bに送給する。

【0020】冷却筒1の外筒部5に不凍液を循環させる循環液配管系は、図1の冷却筒1の左側に示したように、常温循環液冷凍機16および低温循環液冷凍機17を循環液配管10a、10bを介して冷却筒1の外筒部5に接続する。バルブ18a、18b、18c、18d、18e、18f、18gは電磁弁のバルブ、19は筒体に接続した差圧計である。

【0021】前記のように冷却筒1の内筒部4内にN₂ガス、乾燥空気、Heガス等のガスを送給するガス配管系は、バルブ15aを開くとN₂ガス供給源22からN₂ガスが供給され、バルブ15bを開くと圧縮空気供給源21から圧縮空気が供給され、この空気が空気乾燥機11を通り水分を除去された乾燥空気となって送給される。このN₂ガスまたは乾燥空気等のガスは流量設定されたマスフローコントローラ12aを通ることにより所定のガス流量となって流れる。このガスは、バルブ15cを開くと室温のガスとして流れて冷却筒1の筒体上半部Aの内筒上半部4a内に送給される。バルブ15cを閉じバルブ15dを開くと、ガス流はガス冷凍機13でマイナス50℃まで低温化され、バルブ15eを経て前記内筒上半部4a内に送給される。

【0022】前記のN₂ガスまたは乾燥空気等のガスは、バルブ15gを開くと流量設定されたマスフローコントローラ12bを通りガス冷凍機14でマイナス50℃まで低温化され、バルブ15iを開くとこの低温ガスが冷却筒1の筒体下半部Bの内筒下半部4b内に送給される。

【0023】また、Heガス供給源23から供給されるHeガスは、バルブ15gを閉じバルブ15hを開くと、流量設定されたマスフローコントローラ12cを通りガス冷凍機14でマイナス50℃まで低温化され、バルブ15iを開くと低温Heガスが冷却筒1の筒体下半部Bの内筒下半部4b内に送給される。バルブ15fとバルブ15jは、パージ用でガス冷凍機の結露防止のためのバルブであり、線引終了時に開ける。

【0024】前記の内筒部4内に供給されるN₂ガス、乾燥空気等のガスは、正圧で揺らぎのない安定した条件のガス雰囲気の室温冷却ゾーンを形成する。またガス冷凍機を通ったHeガスまたはN₂ガスおよび乾燥空気等の低温ガスは、内筒部4内において、ファイバ被覆径を一定に保つガス流量を、ファイバ内に吹きつける雰囲気低温冷却ゾーンを形成する。

【0025】前記の冷却筒1の外筒部5に不凍液を循環させる循環液配管系は、常温循環液冷凍機16と低温循

環液冷凍機17による循環液の送給を、常温側と冷却側のモード切替えによって、線引中は冷却側へ、線引終了後は常温側に切替える。この切替えはバルブ18a、18b、18c、18d、18e、18f、18gにより切替える。線引中は、バルブ18c、18d、18gを閉じ、バルブ18a、18b、18e、18fを開くと、冷却筒1の筒体上半部Aの外筒上半部5aに常温循環液が流れるとともに、筒体下半部Bの外筒下半部5bに低温循環液が流れてこの外筒下半部5bが冷却される。線引終了後は、バルブ18a、18b、18e、18fを閉じ、バルブ18c、18d、18gを開くと、筒体上半部Aの外筒上半部5aは循環液の送給が停止し、筒体下半部Bの外筒下半部5bに常温循環液が流れるように切替えられる。このように線引終了後に外筒下半部5bに送給する循環液を常温循環液に切替えらると、外筒下半部5bが常温に戻って冷却筒1の結露が防止される。

【0026】前記のように構成した熔融紡糸されたファイバ30の冷却装置20は、光ファイバ製造装置に設置されるものであり、その光ファイバ製造装置を略示した図1において、21は光ファイバ母材、22は線引加熱炉、25は外径測定器、26は樹脂被覆用ダイス、27は樹脂硬化装置、28は外径測定器、29は引取りホイール、31は巻取機、32はボビン、33は回転速度検出器、34はコントローラである。

【0027】前記の図1に示した光ファイバの製造装置において、光ファイバ母材21が線引加熱炉22において2000～2200℃の加熱温度で熔融され紡糸されたファイバ30は、冷却筒1を通して冷却され、外径測定器25で外径を測定されながら外径が所定の径になるように引取りホイール29が制御され、樹脂被覆用ダイス26を通してファイバ周面に樹脂が被覆され樹脂硬化装置27で硬化され、その外径を外径測定器28で測定されながら引取りホイール29を経て巻取機31のボビン32に巻き取られる。引取りホイール29の回転速度検出器33の検出信号と外径測定器25、28の検出信号はコントローラ34に入力し、このコントローラ34はマスフローコントローラ12a、12b、12cを制御する。

【0028】図4は、前記のように構成した本発明の冷却装置20を用いた熔融紡糸ファイバ30の線引工程において冷却筒1内に流す前記ガスのガス流量の流し方を示す図であり、横軸の時間tにおいて、t1は線引開始点、t2は速度加速点、t3はHeガス冷却開始点（被覆規制開始点）、t4は線引終了点、t5は結露対策終了点（冷却筒開放可能点）である。実戦は乾燥空気の冷却筒内ガス流量、鎖線はHeガスの冷却筒内ガス流量を表し、破線はライン速度を表す。

【0029】前記の図4において、線引開始点t1で線引を開始すると、常温循環液冷凍機16（設定温度40

℃）と低温循環液冷凍機17（設定温度-20℃）の電源がONになり、それぞれ設定された温度になる。線引されたファイバ30に塗布樹脂を被覆し樹脂硬化装置に通して塗布樹脂被覆を硬化させた後、線引する線速を目標線速まで加速開始させる速度加速点t2において、バルブ18a、18b、18e、18fを開き、バルブ18c、18d、18gを閉じて、冷却筒1の筒体上半部Aの外筒上半部5aに常温循環液を送給するとともに、冷却筒1の筒体下半部Bの外筒下半部5bに送給する循環液流路を冷却側にし、外筒下半部5bに低温循環液冷凍機17から低温循環液を送給して筒体下半部Bを冷却する。

【0030】この時、筒体下半部Bの内筒下半部4bに外気が混入すると結露するので、筒体上半部Aの内筒上半部4aに乾燥空気を流して、差圧計19の信号が正圧保持するようにマスフローコントローラ12aをコントローラで制御する。

【0031】線引ライン速度が加速するにつれて冷却筒1の筒体下半部Bの内筒下半部4b内が冷えてくる。ファイバの温度が高くなるにつれて樹脂塗布効率が低下するので、低温冷却ゾーンのHeガス流量を増加させながら室温冷却ゾーンの乾燥空気を揺らぎのない安定した流量まで減らす。

【0032】前記のようにファイバ母材が線引加熱炉で加熱熔融されて光ファイバになる過程で、ファイバ温度の歪み点（1100℃）まではArガス雰囲気中にファイバを通し、ファイバ温度の固化点（800℃）近傍までは、冷却筒1の内筒部4内にN₂ガスと乾燥空気の安定したガスを正圧で揺らぎのない安定した条件で供給した雰囲気の室温冷却ゾーンにファイバを通す。その後の固化点近傍温度以下では、ガス冷凍機に通したHeガスまたはN₂ガス及び乾燥空気等の低温ガスを、ファイバ被覆径を一定に保つ流量を送給してファイバに吹きつける雰囲気冷却ゾーンを通してファイバを冷却する。

【0033】線引き中に、筒体上半部Aの外筒上半部5aに10～25℃の循環液を循環させ、筒体下半部Bの外筒下半部5bにマイナス20℃～マイナス10℃の循環液を循環させて、外筒上半部5aと外筒下半部5bに温度差のある循環液を循環させることにより、筒体上半部Aはさらにガスの揺らぎが抑えられ、筒体下半部Bに流れる低温ガスはさらに低温化の効果が現れる。温度差のある循環液は、低温化すると液粘度が上がり短い距離の循環に効果的である。

【0034】線引終了後は、低温冷却ゾーンに供給しているHeガスを、バルブ15hを閉じバルブ15gを開いて、乾燥空気に切り代える。ついで線引が終了すると、ガス冷凍機13の電源をOFFにし、バルブ15dを閉じてバルブ15fを開いてページし、冷却筒1の結露防止時間経過後に大気開放する。この時冷却筒1の筒体上半部Aに供給している乾燥空気は筒内正圧保持流量

を流す。ガス冷凍機 14 についても、前記と同様に、バルブ 15 g を閉じてバルブ 15 j を開いてパージする。

【0035】前記の線引が終了すると、バルブ 18 a、18 b、18 e、18 f を閉じ、バルブ 18 c、18 d、18 g を開いて、筒体下半部 B に送給する循環液を常温側に切替え、低温循環液冷凍機 17 の電源を OFF にする。この切替えにより常温循環液冷凍機 16 から常温の循環液が筒体下半部 B に流れ、筒体下半部 B が常温に戻って結露対策終了となり、冷却筒 1 が左右に開かれて外気に触れても結露が生じなくなる。この結露対策が終了してから図 2 に示した筒開閉エアシリンダー 3 を開閉スイッチ操作により始動させて冷却筒 1 の左半部 1 L と右半部 1 R を左右に開く。

【0036】図 5 は前記のように構成した本発明の冷却装置 20 による冷却筒 1 の結露防止の方法を示したタイムチャートである。このタイムチャートにおいて、常温循環液冷凍機 16 と低温循環液冷凍機 17 の電源を ON にしておき、常温側で循環液の温度を設定温度に保つ。線引を開始すると、ガス冷凍機の電源が ON になり、バルブ 15 b、15 d、15 g、15 f、15 j が開いて乾燥空気が大気開放となり、ガス冷凍機 13、14 が設定温度に保たれる。線引ライン速度を加速すると、バルブ 15 f、15 j を閉じ、バルブ 15 e、15 i を開いて、冷却筒 1 内を通るファイバを冷却する。線引ライン速度が高速になるにつれて、冷却乾燥空気をファイバ振動の起こる寸前まで流し、その後バルブ 15 h を開いて、熱伝導効率の高い He ガスを流し、マスフローコントローラ 12 b、12 c で樹脂被覆径変動の安定したガス流量に調節する。この時、冷却筒 1 の筒体上半部 A に供給している乾燥空気は、差圧計 19 の信号が正圧保持するように、マスフローコントローラ 12 a をコントローラで制御する。

【0037】線引が終了すると、ガス系は、ガス冷凍機の電源を OFF にし、バルブ 15 h を閉じて、He ガスの送給を止め、冷却筒 1 にパージ乾燥空気を流す。液循環系は、バルブ切替を低温側から常温側にして筒体下半部 B を常温に戻す。結露防止時間経過したら、バルブ 15 e、15 i を閉じ、バルブ 15 f、15 j を開いて、前記のパージ乾燥空気を止める。これにより冷却筒 1 の左半部 1 L と右半部 1 R を開いても結露が生じなくなるので、筒開閉エアシリンダー 3 により冷却筒 1 の左右の半部 1 L、1 R を開くことができる。

【0038】実験の結果によれば、線速を高速に上げて行くと、700 m/分以下では、筒体上半部 A の室温冷却ゾーンに N₂ ガスや乾燥空気を流し、筒体下半部 B の He ガス冷却ゾーンに低温乾燥空気を流して、被覆樹脂の塗布性能を維持することができた。また、700 m/＊

＊分以上では、筒体下半部 B の He ガス冷却ゾーンに、低温乾燥空気に代えて低温 He ガスを線速に追従させて流すと十分に被覆樹脂の塗布性能を維持することができた。

【0039】

【発明の効果】前記のように本発明は、上下両半部に分割するとともに内外 2 重に構成した冷却筒を用い、内筒上半部にガスを揺らぎのない安定した正圧にして供給してファイバを室温冷却し、内筒下半部を冷却ガスで低温冷却するようにし、また、線引中は、内筒部に冷却ガスを供給するとともに外筒の上半部と下半部に温度差のある冷却循環液を供給し、線引終了後は、外筒部に常温循環液を供給し内筒部に常温乾燥ガスを正圧にして供給し冷却筒を常温に戻すようにしたので、冷却ガスの揺らぎが抑えられファイバの線振れによる大なる線径変動を防ぐことができ、かつ、高速の線引下でも強度がすぐれた光ファイバを製造することができる。さらに、低温になっている冷却筒をヒーター等の加熱手段を用いる必要なく効率良く室温に戻すことができ、ガスの送給により外気の侵入が阻止され高価な He ガスが節約され、冷却コストを削減することができる。さらにまた、冷却筒の結露を防ぐことができ、冷却筒を早く左右に開くことができるので、作業性が良好になるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の 1 実施の形態を示す図

【図 2】冷却筒の外観概略図

【図 3】冷却筒の縦断面概略図

【図 4】ガス流量の流し方を示す図

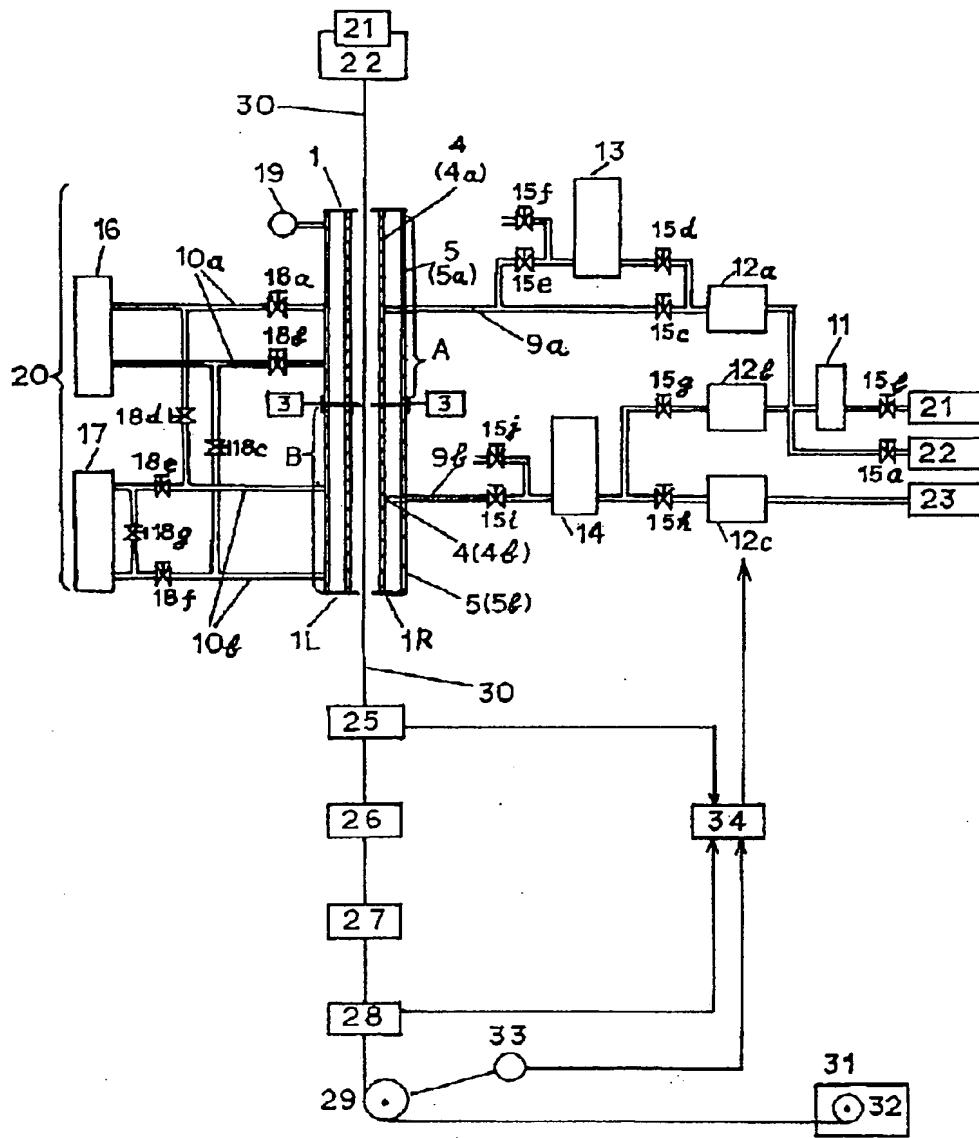
【図 5】本発明の方法の 1 実施形態のタイムチャートの図

【図 6】従来例を示す図

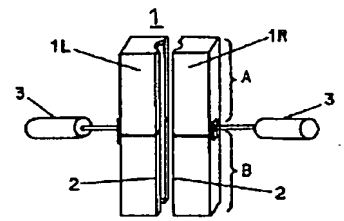
【符号の説明】

- 1：冷却筒
- 1 L：筒体の左半部
- 1 R：筒体の右半部
- 4：内筒部
- 4 a：内筒上半部
- 4 b：内筒下半部
- 5：外筒部
- 5 a：外筒上半部
- 5 b：外筒下半部
- 13、14：ガス冷凍機
- 16：常温循環液冷凍機
- 17：低温循環液冷凍機
- 20：冷却装置
- A：筒体上半部
- B：筒体下半部

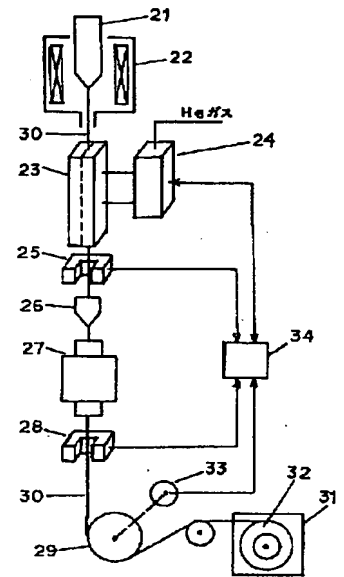
【図1】



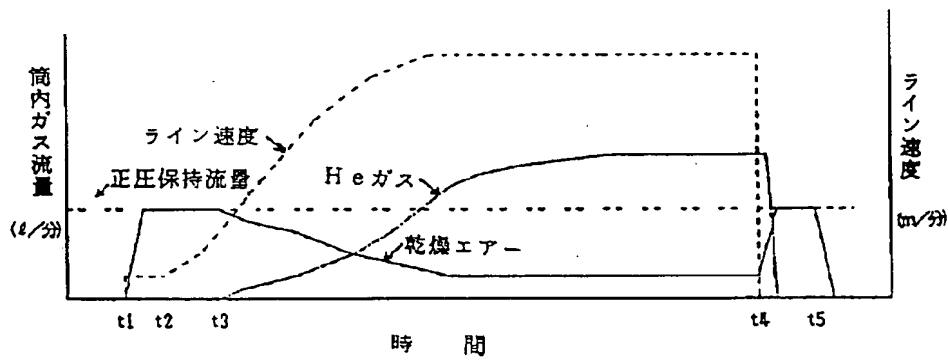
【図2】



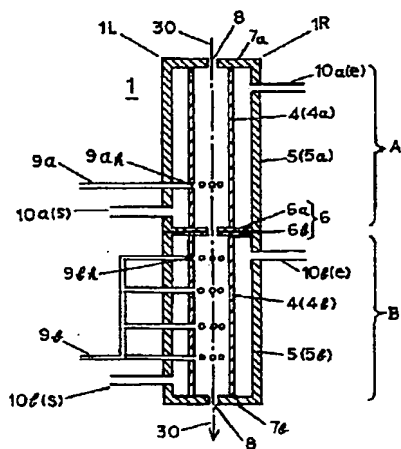
【図6】



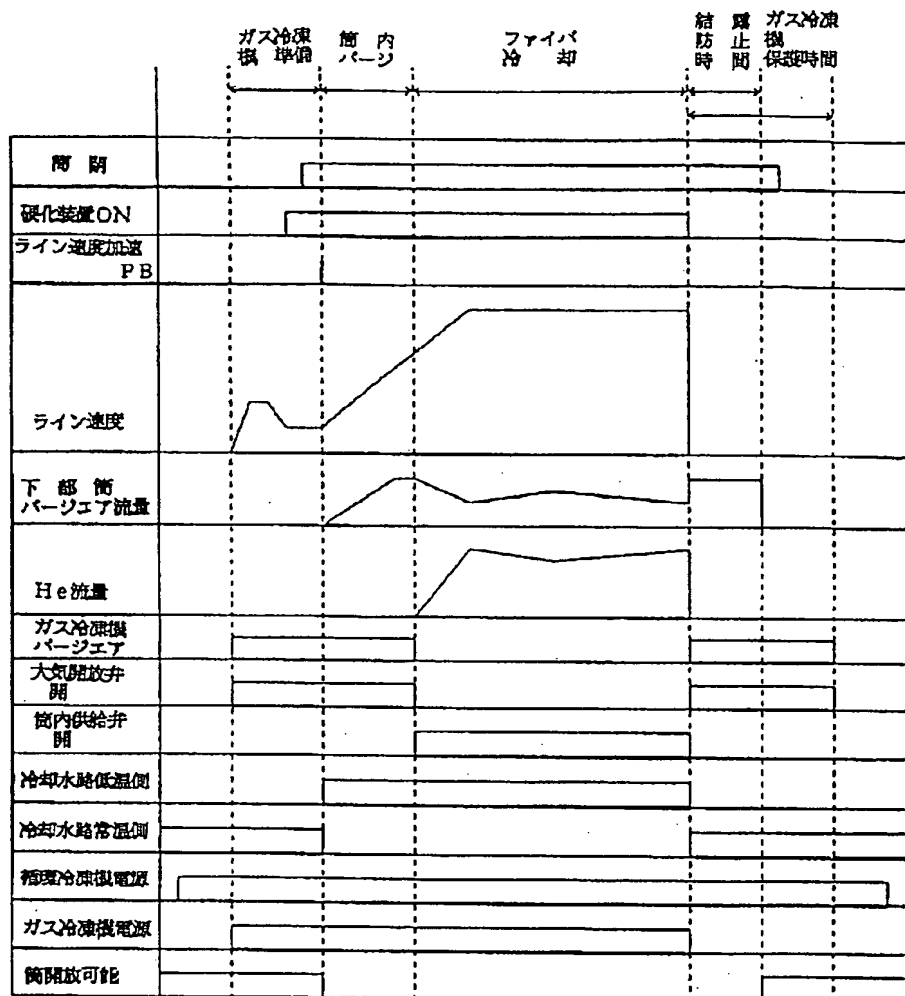
【図4】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 折田 伸昭

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内